



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑨ EP 0 842 355 B 1

⑩ DE 696 07 471 T 2

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 C 7/045**  
F 02 C 7/047  
F 01 D 25/30

② Deutsches Aktenzeichen:	696 07 471.0
⑧ PCT-Aktenzeichen:	PCT/US96/12557
⑨ Europäisches Aktenzeichen:	96 939 437.8
⑦ PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 97/05365
⑧ PCT-Anmeldetag:	31. 7. 1996
⑦ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	13. 2. 1997
⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA:	20. 5. 1998
⑦ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	29. 3. 2000
⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt:	2. 11. 2000

③ Unionspriorität:  
508755 31. 07. 1995 US

⑦ Patentinhaber:  
Donaldson Co., Inc., Minneapolis, Minn., US

⑦ Vertreter:  
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

⑧ Benannte Vertragsstaaten:  
BE, DE, ES, FR, GB, IT, SE

⑦ Erfinder:  
JAHN, D., Darrell, Shakopee, US

⑤ SCHALLDÄMPFER FÜR GASSTROM

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 07 471 T 2

09-08-00

96 939 437.8-2315 (0 842 355)

- 1 -

### Beschreibung

#### Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalldämpfer für einen Gasstrom. D.h. die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung, die das Geräusch mindert, das entsteht, wenn ein Hochdruck-Gasstrom expandiert und auf Umgebungsdruck gebracht wird. Ferner ermöglicht es die vorliegende Erfindung, den austretenden Strom in einer gewünschten Weise auszurichten.

Das Freisetzen eines Gases aus einer unter Druck stehenden Gasquelle durch ein mit Öffnungen versehenes Rohr findet vielfache industrielle Anwendung. Ein Beispiel gibt es auf dem Gebiet von Gasturbinen, die etwa zur Stromerzeugung verwendet werden. Es hat sich als wünschenswert herausgestellt, die Einlassluft, die auf die Turbine strömt, vorzuheizen, um beispielsweise während des Betriebes bei kalter Witterung eine Eisbildung auf Lufteinlässen und -filtern zu verhindern. Zu diesem Zweck hat man eine "Fackel"-Leitung verwendet, um die Turbine mit dem Luftaufnahmesystem zu verbinden. Auf diese Weise wird eine kleine Menge heißen Gases von der Turbine unter Druck dem Lufteinlass durch ein entsprechendes Leitungssystem zugeführt. Man verwendet mit Öffnungen versehene Leitungen, um das erhitzte, unter Druck stehende Gas an dem Lufteinlass freizusetzen.

Wenngleich dieses System funktioniert hat, führt das Freisetzen des Gases durch die mit Öffnungen versehenen Leitungen zu einem unliebsamen, hochtonigen Pfeifen, und das entstehende Geräusch fällt so sehr auf, dass die mit Öffnungen versehenen Leitungen sich einen Namen als "Piccolo"-Rohre gemacht haben. Das Geräusch schafft eine unangenehme Umgebung für Arbeiter und jene Personen, die nahe bei solchen Einrichtungen leben oder arbeiten.

Bisherige Anstrengungen, das beim Entweichen des Gases aus den mit Öffnungen versehenen Leitungen entstehende Geräusch zu mindern, litten unter Problemen der Luftstromverteilung und unter hohen Installationskosten. Vergleiche US-Patent Nrn. 5,166,479, 3,960,239 und 3,949,828.

Ein weiterer Ansatz zur Geräuschminderung ist in der US-A-4,884,657 erläutert. Gemäß dieser Schrift weist eine Dämpfungseinrichtung einen zylindrischen Körper auf, in den eine Gasdurchzugsleitung hineingeschoben und eingebaut ist, und ein Schalldämpfer, der an der Gasdurchzugsleitung nach Art einer Umfassung angebracht ist. Gas wird von der Gasdurchzugsleitung durch den zylindrischen Körper und den Schalldämpfer freigesetzt. Der zylindrische Körper weist eine scheibenförmige Trennwand auf, die seinen Innenraum axial unterteilt. Die Gasdurchzugsleitung weist einen Außenflansch und mehrere Klinken auf, die zum Eingriff mit dem Flansch vorgesehen sind, um die Trennwand dazwischen festzuklammern.

Diese Art von Dämpfungseinrichtung ist zur Anordnung in einer Abgasleitung eines Automotors oder dergleichen vorgesehen; in den oben genannten Anwendungsfällen wäre jedoch die Geräuschdämpfung unzulänglich.

#### **Zusammenfassende Darlegung der Erfindung.**

Die vorliegende Erfindung geht von einer Dämpfungseinrichtung gemäß der US-A-4,884,657 aus und schafft einen Schalldämpfer für einen Gasstrom, der das von einer mit Öffnungen versehenen Leitung erzeugte Geräusch unter Erhalt der gewünschten Gasstromeigenschaften wirksam mindert. Der Schalldämpfer gemäß der vorliegenden Erfindung kann einfach und wirtschaftlich hergestellt und eingebaut werden; er eignet sich zum nachträglichen Einbau.

Der Schalldämpfer für einen Gasstrom gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein röhrenförmiges Gasstromelement mit einer Seitenwand, einem offenen ersten Ende zum Anschluss an eine Gaszuführungseinrichtung, mit einem geschlossenen zweiten Ende und wenigstens einer Öffnung in der Seitenwand zum Durchlass von Gas aus dem Inneren des Gasstromelementes auf. Ein poröses, geräuschminderndes Element umgibt das röhrenförmige Gasstromelement zumindest an der Stelle der ersten Öffnung in der Seitenwand. Das geräuschmindernde Element ist seinerseits von einem Mantel umgeben, der im wesentlichen fluiddicht an dem röhrenförmigen Gasstromelement befestigt ist. Der Mantel ist mit einer zweiten Öffnung zum Durchlass von Gas vorgesehen, dass durch die Öffnung in der Seitenwand des röhrenförmigen Gasstromelementes hindurchgetreten ist. Die Öffnung des röhrenförmigen Gasstromelementes und die Öffnung des Mantels sind in Umfangsrichtung hinreichend voneinander beabstandet, so dass das Gas, das durch die Öffnung in der Seitenwand des röhrenförmigen Gasstromelementes entweicht, gezwungen ist, durch das geräuschmindernde Element zu strömen, um die Öffnung in dem Mantel zu erreichen.

### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

- Figur 1 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Gasturbinensystemes, mit dem der vorliegende Schalldämpfer für einen Gasstrom verwendet werden kann;
- Figur 2 ist eine Endansicht des Lufteinlasses in Figur 1;
- Figur 3 ist eine perspektivische Ansicht des Schalldämpfers für einen Gasstrom gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Figur 4 ist eine Seitenansicht eines Ausschnittes des Schalldämpfers in Figur 3;
- Figur 5 ist eine Ausschnittsansicht, ähnlich derjenigen in Figur 4, einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
- Figuren 6 bis 8 sind Ansichten, die verschiedene Maschenanordnungen darstellen, die für das geräuschkindernde Material verwendet werden können, das beim Schalldämpfer der vorliegenden Erfindung gebraucht wird.

### Ausführliche Beschreibung der Erfindung

Unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 wird nun ein Beispiel einer Anwendung des Schalldämpfers gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben, nämlich die Verwendung in einem Gasturbinensystem. Das Turbinensystem weist üblicherweise einen Lufteinlass 10, die Turbine 12 und einen Luftauslass 14 auf. Der Lufteinlass kann seinerseits Komponenten wie einen Regenschutz 16 und ein Insektengitter aufweisen, um Niederschlag, Insekten und Teilchen aus der Umgebung am Eintreten in das Turbinensystem zu hindern. Die eingelassene Luft läuft durch die Luftfilter 18 zum Ansaugluftsammler 20 und von dort zu der Turbine 12.

Um die eingelassene Luft vorzuheizen, erstreckt sich eine Fackelleitung 22 von der Turbine zu dem Lufteinlass. Wie in Figur 2 zu sehen ist, wird die erhitzte Luft unter dem Druck der Turbine von der Fackelleitung zur Versorgungsleitung 24 und dann zu den Verteilerröhren 26 vorangetrieben. Die Luft wird dann von den Verteiler-

röhren durch die Schalldämpfer 28 gemäß der vorliegenden Erfindung auf eine Weise freigesetzt, die unten noch genauer beschrieben wird.

Wie in den Figuren 3 und 4 dargestellt, weist der Schalldämpfer 28 gemäß der vorliegenden Erfindung drei Hauptkomponenten auf: das röhrenförmige Gasstromelement 30, das geräuschkindernde Element 38 und den Mantel 40. Das röhrenförmige Gasstromelement 30 weist ein geschlossenes Ende 32 sowie ein offenes Ende 34 auf. Bei der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Anwendung befindet sich das offene Ende 34 des röhrenförmigen Gasstromelementes 30 in Fluid-Verbindung mit der Verteilerröhre 26, um den Gasstrom, der von der Turbine 12 durch die Fackelleitung 22, die Versorgungsleitung 24 und die Verteilerröhre verläuft, aufzunehmen. Im Falle von Gasturbinensystemen wird das Gas, das dem röhrenförmigen Gasstromelement zugeführt wird, üblicherweise unter einem Überdruck von etwa 5 bis 14 bar (70 bis 200 psi) stehen.

Das geräuschkindernde Element ist ein hochporöses Material, das die Seitenwand des röhrenförmigen Gasstromelementes zumindest im Bereich der Öffnungen 36 umgibt. Die Porosität des geräuschkindernden Elementes beträgt vorzugsweise mindestens 75 %, vorzugsweise mindestens etwa 85 %. Die Porosität wird mittels der folgenden Formel bestimmt:  $\{1 - (\text{Gewicht des Elementes} / \text{Gewicht festen Materials desselben Volumens})\} \times 100$ . Bei einer Ausführungsform kann das geräuschkindernde Element aus einem Drahtgitter hergestellt sein, das um das röhrenförmige Gasstromelement herum gewickelt ist, mit einer Porosität von 87,5 %. Das geräuschkindernde Element kann aus anderen Materialien hergestellt sein, die den physikalischen Anforderungen der Anwendungsbedingungen gerecht werden, beispielsweise haben Metall- sowie Keramikschwämme die gewünschte Porosität. Das Geflecht wird für viele Anwendungen bevorzugt, weil es einfach handhabbar ist und eine schnelle Produkthanpassung ermöglicht, d.h. die Geräuschkinderung kann auf die spezifischen Bedürfnisse zugeschnitten werden, indem die Anzahl der Lagen in der Wicklung erhöht oder vermindert wird.

Der Mantel 40 umgibt das geräuschkindernde Element 38. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Mantel 40 aus einem einzelnen, dünnen rechteckigen Blech gebildet, das um das geräuschkindernde Element herumgewickelt ist. Beispielsweise kann der Mantel aus einem 1,6 mm (16 gauge) dicken Blech aus rostfreiem Stahl hergestellt sein. Bei dieser Ausführungsform kann das Blech mittels Riemen 42 in der gewünschten Anordnung gehalten werden. Vorzugsweise können diese Riemen jenes Klammern ähnlich sein, die man dazu verwendet,



Gummischläuche zu befestigen. Alternativ kann geschweißt oder ein schnallenartiges System verwendet werden. Endplatten 46 werden zum Abdichten zwischen dem röhrenförmigen Gasstromelement 30 und dem Mantel 40 verwendet. Vorzugsweise ist an einem Ende des Mantels die Endplatte 46 sowohl an dem Mantel als auch an dem röhrenförmigen Gasstromelement befestigt, während an dem anderen Ende des Mantels die Endplatte nur an dem Mantel befestigt ist. So wird eine geringfügige Relativbewegung zwischen der Mantel- und Endplatteneinheit und dem röhrenförmigen Gasstromelement ermöglicht, um sich dem Ausdehnen bzw. Zusammenziehen der Materialien anzupassen. Die Dichtung zwischen der Endplatte und dem röhrenförmigen Gasstromelement sowie zwischen der Endplatte und dem Mantel sollte im wesentlichen fluiddicht ausgebildet sein. D.h., wenn es auch unwirtschaftlich oder praktisch unmöglich sein kann, eine Dichtung, die absolut fluiddicht ist, vorzusehen, sollte die Dichtung doch im Rahmen des praktisch möglichen fluiddicht sein.

Die Öffnung 44 ermöglicht das Freisetzen von Gas aus dem Inneren des Mantels 40. In der dargestellten Ausführungsform ist die Auslassöffnung 44 durch die einander gegenüberliegenden Kanten des rechteckigen Bleches vorgegeben, das zum Ausbilden des Mantels 40 verwendet wird. D.h., die Breite des zum Ausbilden des Mantels 40 verwendeten Bleches wird so gewählt, dass die Kanten nicht aneinander anstoßen, wenn das Blech um das geräuschmindernde Element 38 gewickelt ist, und auf diese Weise ein länglicher Schlitz verbleibt, durch den Gas entweichen kann.

Um Gas aus dem Inneren des röhrenförmigen Gasstromelementes 30 dazu zu zwingen, durch das geräuschmindernde Element 38 hindurchzutreten, bevor es durch die Öffnung 44 in dem Mantel 40 freigesetzt wird, sollte die Öffnung 36 in der Seitenwand des röhrenförmigen Gasstromelementes in Umfangsrichtung gegenüber der Öffnung 44 in dem Mantel versetzt angeordnet sein. Auf diese Weise ist Gas, während es aus dem röhrenförmigen Gasstromelement in das geräuschmindernde Element austritt, von dem Mantel 40 umgeben, bis es die Öffnung 44 erreicht, und es strömt während der gesamten Dauer durch das geräuschmindernde Material hindurch. Wenn es die Öffnung 44 erreicht, ist das Gas praktisch vollständig expandiert, wobei ein ganz überwiegender Teil der Ausdehnung nach dem Hindurchtreten durch die Öffnungen 36, jedoch vor dem Erreichen der Öffnung 44 geschieht.

Bevorzugt sind die Öffnungen 36 und 44 voneinander in Umfangsrichtung um einen Winkelabstand von mindestens  $90^\circ$  getrennt, wobei dieser Abstand anhand der Mittelpunkte der Öffnungen bestimmt ist. In dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Abstand  $180^\circ$ . Zwar kann die Öffnung 44 in dem Mantel in jeder gewünschten Form ausgebildet sein, die Ausbildung der Öffnung als länglicher Schlitz ist jedoch vorteilhaft, weil dies eine Maximierung der Größe der Öffnung unter Beibehaltung der größtmöglichen Entfernung von den Öffnungen 36 in dem röhrenförmigen Gasstromelement ermöglicht.

In der Ausführungsform gemäß Figur 5 weist das röhrenförmige Gasstromelement diametral entgegengesetzte Öffnungen 36 auf, und der Mantel weist diametral entgegengesetzte Öffnungen 44 auf. Man kann sehen, dass diese Anordnung der Öffnungen einen Abstand in Umfangsrichtung von mindestens  $90^\circ$  zwischen den Öffnungen 36 und 44 gewährt (wiederum bezüglich der Mittelpunkte). Diese Anordnung kann bei einigen Anwendungen vorteilhaft sein, weil bei ihr die Gesamtanzahl von Schalldämpfern, die für eine vorgegebene Einrichtung benötigt werden, minimiert ist. Beispielsweise wäre die Anzahl der Schalldämpfer 28 in Figur 2 geringer. Ferner kann in einigen Fällen das Strömen des Gases über die Drähte in einem geräuschemindernden Element mit Drahtgeflecht dazu neigen, Geräusche zu erzeugen. Die Ausführungsform in Figur 5 wird innerhalb des geräuschemindernden Elementes eine verringerte Gasgeschwindigkeit aufweisen, wodurch die Möglichkeit der Geräuscentstehung gemindert ist.

Wie in Figur 3 deutlich wird, ist es möglich, ein röhrenförmiges Gasstromelement 30 mit mehreren Gruppen von Öffnungen in seiner Seitenwand zu versehen, wobei jeder Gruppe von Öffnungen sein geräuscheminderndes Element 38 und Mantel 40 zugeordnet sind. In der Ausführungsform von Figur 3 finden sich zwei solcher Gruppen. Im allgemeinen wird jede Gruppe drei bis zwölf Öffnungen aufweisen, je nach der spezifischen Anwendung, um die es geht. Die Öffnungen werden üblicherweise linear angeordnet sein, obwohl auch eine versetzte Anordnung annehmbar wäre, wenn man beachtet, dass jede der Öffnungen in Umfangsrichtung um zumindest  $90^\circ$  von der Öffnung in dem Mantel beabstandet sein sollte.

Die Dicke der Schicht des geräuschemindernden Elementes 38 wird von der jeweiligen Anwendung und dem gewünschten Ausmaß an Geräuscheminderung abhängen. Im Falle eines Schalldämpfers, der in dem oben beschriebenen Gasturbinensystem verwendet wird, kann das Verhältnis der Innenquerschnittsfläche des röhrenförmigen Gasstromelementes 30 zu der Querschnittsfläche des geräuschemindernden

Elementes 38 von 1:1 bis 1:10 variieren, wobei 1:2 bis 1:6 eher der üblicherweise verwendete Bereich ist. Weiter wird in dem dargestellten Gasturbinensystem die Länge des Schalldämpfers 28, der in Figur 3 dargestellt ist, beinahe 210 cm (7 Fuß) betragen. Der Außendurchmesser des röhrenförmigen Gasstromelementes 30 wird etwa 60 mm (2,375 inch) und der Innendurchmessers des Mantels 40 etwa 114 mm (4,5 inch) betragen, wobei sich in der Differenz die Dicke des geräuschmindernden Elementes 38 widerspiegelt, die in diesem Beispiel etwas mehr als 25 mm (1 inch) beträgt. In dem Fall des Gasturbinensystemes ist es wünschenswert, den Geräuschpegel auf weniger als 85 Dezibel in einem Abstand von 91 cm (3 Fuß) von dem Lufteinlass zu reduzieren.

Die Größe der Öffnungen 36 und 44 hängt von dem gewünschten Luftstrom und der gewünschten Geräuschminderung ab. In dem dargestellten Gasturbinensystem können die Öffnungen 36 kreisförmig ausgebildet sein und einen Durchmesser im Bereich von etwa 2 mm bis 13 mm (0,08 inch bis 0,5 inch) aufweisen, beispielsweise etwa 4 mm (1 1/64 inch). So wird in dem röhrenförmigen Gasstromelement ein Überdruck von 2 bar (30 psi) oder mehr aufrechterhalten, um eine Strömung mit Schallgeschwindigkeit (sonic flow) zu erreichen, bei der der Gasstrom maximiert ist und das Vordringen von Geräuschen gegen den Strom verhindert wird. In diesem Fall ist die Öffnung 44 etwa 38 mm (1,5 inch) groß.

Im allgemeinen wird die Fläche der Öffnung 44 etwa 75 bis 2000 mal so groß sein wie die Gesamtfläche der Öffnungen 36 in dem röhrenförmigen Gasstromelement, je nach Temperatur und Druck. Für die meisten Gasturbinensysteme wird die Fläche der Öffnung 44 etwa 200 mal größer sein als die Gesamtfläche der Öffnungen 36. Keinesfalls sollte die Größe der Öffnung 44 bezogen auf den Umfang größer als 90° sein. Wenn die Öffnung 44 zu schmal ist, wird die Öffnung 44 selbst Geräusche erzeugen. Wenn die Öffnung 44 zu breit ist, kann sich eine unangemessene Geräuschminderung ergeben.

Die für den Schalldämpfer gemäß der vorliegenden Erfindung verwendeten Materialien werden von der vorgesehen Anwendungsumgebung abhängen. Die vorliegende Erfindung kann über weite Bereiche von Temperatur und Druck verwendet werden. Beispielsweise kann die Temperatur von -45 bis 800°C (-50 bis 1500°F) reichen, genauer gesagt bei 410°C (800°F) liegen. Der Druck kann bis zu einem Überdruck von einigen 100 bar (1000 psig), gewöhnlich etwa 1 bis 35 bar (15 bis 500 psig) reichen. Im Falle der oben beschriebenen Gasturbinenanwendung ist in Anbetracht der relativ hohen vorherrschenden Temperaturen rostfreier Stahl, insbesondere 304



oder 304L rostfreier Stahl, ein bevorzugtes Material für das röhrenförmige Gasstromelement und den Mantel. Andere Metalle oder Keramikmaterialien können je nach Wunsch verwendet werden. In diesem Fall bildet man das geräuschmindernde Element 38 als rostfreies Stahldrahtgeflecht aus. Ein Beispiel ist ein gewirktes, Dichte-100 Drahtgeflecht, das aus rostfreiem 304 Stahldraht mit einem Durchmesser von 0,28 mm (0,11 inch) gebildet und bei Metex in Edison, New Jersey erhältlich ist. Zwar ist das in Figur 6 gezeigte Knüpfungsmuster für das Geflecht besonders nützlich, jedoch könnten auch andere Muster verwendet werden, einschließlich des gewebten Musters in Figur 7 oder des hexagonalen "Hühnerdraht"-Musters in Figur 8. In einigen Fällen wird das gewirkte oder gewebte Geflecht in einer Röhrenform hergestellt werden. In einem solchen Fall bedarf es nicht eines "Öffnens" der Röhre, um das Geflecht an dem röhrenförmigen Gasstromelement zum Zwecke der vorliegenden Erfindung anzubringen. Das Röhrengeflecht kann vielmehr in einem geplätteten Zustand als Doppelschicht herumgewickelt werden.

Wenn ein Drahtgeflecht als geräuschminderndes Element an dem röhrenförmigen Gasstromelement angebracht wird, muss das innere Ende des Geflechtes, d.h., dasjenige Ende, das an dem röhrenförmigen Gasstromelement anliegt, nur hinreichend an dem röhrenförmigen Gasstromelement befestigt werden, um das Geflecht während des Wickelns an Ort und Stelle zu halten. Zu diesem Zweck können Klebebänder oder geeignete Klebstoffe verwendet werden. Die Umwicklung selbst wird in der Regel hinreichen, um das innere Ende während des Gebrauches an Ort und Stelle zu halten. Das äußere Ende des Geflechtes, d.h., das Ende, das an dem Mantel anliegt, sollte jedoch stärker befestigt sein. Im Falle eines Metalldrahtgeflechtes kann dies durch Gebrauch einer geeigneten Anzahl von Bürsteningeschehen oder indem das äußere Ende mit den darunterliegenden Schichten beispielsweise mit einem rostfreien Stahldraht vernäht wird. Zusätzlich ordnet man bevorzugt das äußere Ende des Geflechtes in einer in Umfangsrichtung bezüglich der Öffnung 44 entfernten Position an, bevorzugt um mindestens 90°, so dass die Möglichkeiten verringert sind, dass das äußere Ende durch die Öffnung 44 austritt, wenn es sich lösen sollte.

Das röhrenförmige Gasstromelement 30 kann wiederum bezüglich der Anwendung des vorliegenden Schalldämpfers in dem Gasturbinensystem ein Ende 32 aufweisen, das mit einer rostfreien Stahlendkappe verschlossen ist. Ähnlich können die Endplatte 46 wie auch die Riemen 42 aus rostfreiem Stahl hergestellt sein.

09.05.00

- 9 -

Man kann sehen, dass die vorliegende Erfindung einen Schalldämpfer für einen Gasstrom schafft, der einfach vielen Anwendungen angepasst werden kann, eine vorzügliche Steuerung des Luftstromes schafft, der einfach und wirtschaftlich eingebaut werden kann und der sowohl für neue Anlagen als auch zum Nachrüsten nützlich ist. Zwar wurde der vorliegende Schalldämpfer in Verbindung mit einem Gasturbinensystem dargestellt, man wird jedoch verstehen, dass er in jedweder Anwendung verwendet werden kann, in der Luft oder irgendein anderes gasförmiges Fluid auf einen niedrigeren Druck durch eine relativ enge Röhre ventiliert wird. Zwar wurde oben eine ausführliche Beschreibung der Erfindung gegeben; darauf ist die vorliegende Erfindung jedoch nicht beschränkt, und weitere Änderungen werden dem Fachmann offenkundig sein. Die Erfindung ist vielmehr mittels der nachfolgenden Ansprüche definiert.

96 939 437.8-2315 (0 842 355)

### Ansprüche

1. Schalldämpfer für einen Gasstrom,  
mit einem röhrenförmigen Gasstromelement (30) mit einer Seitenwand, die eine erste Öffnung (36) für das Durchströmen von Gas aus dem Inneren des Gasstromelements aufweist, mit einem offenen ersten Ende (34) zum Anschluss an eine Gaszuführungseinrichtung und einem geschlossenen zweiten Ende (32);  
mit einem porösen, geräuschmindernden Element (38), das das röhrenförmige Gasstromelement mindestens am Ort der ersten Öffnung in der Seitenwand umgibt;  
und mit einem das geräuschmindernde Element umgebenden Mantel (40), der im wesentlichen fluiddicht an dem röhrenförmigen Gasstromelement befestigt ist und eine zweite Öffnung (44) für den Durchlass von durch die erste Öffnung (36) zugeströmten Gas aufweist und die erste Öffnung in Umfangsrichtung hinreichend weit von der zweiten Öffnung beabstandet ist, so dass durch die erste Öffnung hindurchströmenden Gas, durch das geräuschmindernde Element hindurchströmen muss, um die zweite Öffnung zu erreichen,  
dadurch gekennzeichnet, dass sich die zweite Öffnung (44) im wesentlichen über die Länge des Mantels erstreckt.
2. Schalldämpfer nach Anspruch 1, bei dem die erste und die zweite Öffnung (36, 44) in Umfangsrichtung um einen Winkel von wenigstens 90 Grad voneinander beabstandet sind.
3. Schalldämpfer nach Anspruch 1, bei dem das geräuschmindernde Element (38) ein Drahtgeflecht aufweist, das um das röhrenförmige Gasstromelement herumgewickelt ist.
4. Schalldämpfer nach Anspruch 1, bei dem die Seitenwand des röhrenförmigen Gasstromelementes (30) mit mehreren ersten Öffnungen (36) versehen ist, die in wenigstens zwei Gruppen angeordnet sind und bei dem ein poröses, geräuschminderndes Element (38) für jede Gruppe erster Öffnungen vorgesehen ist, und die geräuschmindernden Elemente in Längsrichtung voneinander getrennt sind.



5. Schalldämpfer nach Anspruch 4, bei dem ein Mantel (40) für jedes geräuschmindernde Element vorgesehen ist und die Mäntel voneinander in Längsrichtung getrennt sind.

6. Schalldämpfer nach Anspruch 1, bei dem der Mantel erste und zweite Enden und ferner erste und zweite Platten (46) aufweist, die an den ersten und zweiten Enden des Mantels angeordnet sind, um den Mantel an dem röhrenförmigen Gasstromelement (30) im wesentlichen fluiddicht abzudichten.

7. Schalldämpfer nach Anspruch 6, bei dem die erste Platte (46) an dem röhrenförmigen Gasstromelement (30) befestigt ist und zwischen der zweiten Platte (46) und dem röhrenförmigen Gasstromelement eine Relativbewegung zugelassen ist.

8. Schalldämpfer nach Anspruch 1, bei dem der Mantel (40) in Form eines Blechs um das geräuschmindernde Element (38) herumgewickelt und die zweite Öffnung (44) von einem Spalt zwischen den einander gegenüberliegenden Kanten des Blechs gebildet ist.

9. Schalldämpfer nach Anspruch 1, bei dem das geräuschmindernde Element eine Porosität von wenigstens etwa 75 % aufweist.

10. Schalldämpfer nach Anspruch 9, bei dem das geräuschmindernde Element eine Porosität von wenigstens 85 % aufweist.

11. Schalldämpfer nach Anspruch 3, bei dem das Drahtgeflecht die Form einer abgeflachten Röhre hat, die um das röhrenförmige Gasstromelement herumgewickelt ist.

12. Schalldämpfer zur Verwendung mit einem Gasturbinensystem, nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem das offene erste Ende (34) zur Aufnahme eines Stroms von unter Druck stehendem heißen Gas einer Gasturbine (12) angepasst ist.

13. Schalldämpfer nach Anspruch 12, bei dem die zweite Öffnung (44) eine Fläche aufweist, die etwa 75 bis 2000 mal größer als die Gesamtfläche der ersten Öffnungen (36) ist.

14. Schalldämpfer nach Anspruch 1, 12 oder 13, bei dem die ersten Öffnungen (36) in wenigstens zwei Gruppen mit einem geräuschmindernden Element für jede der Gruppen erster Öffnungen angeordnet sind und die geräuschmindernden Elemente (38) voneinander in Längsrichtung getrennt sind.

15. Schalldämpfer nach Anspruch 14, bei dem ein Mantel (40) für jedes geräuschmindernde Element (38) vorgesehen ist und die Mäntel in Längsrichtung voneinander getrennt sind.

16. Schalldämpfer nach Anspruch 3 und Anspruch 12 oder 13, bei dem das Drahtgeflecht als eine abgeflachte Röhre ausgebildet und um das röhrenförmige Gasstromelement herumgewickelt ist.

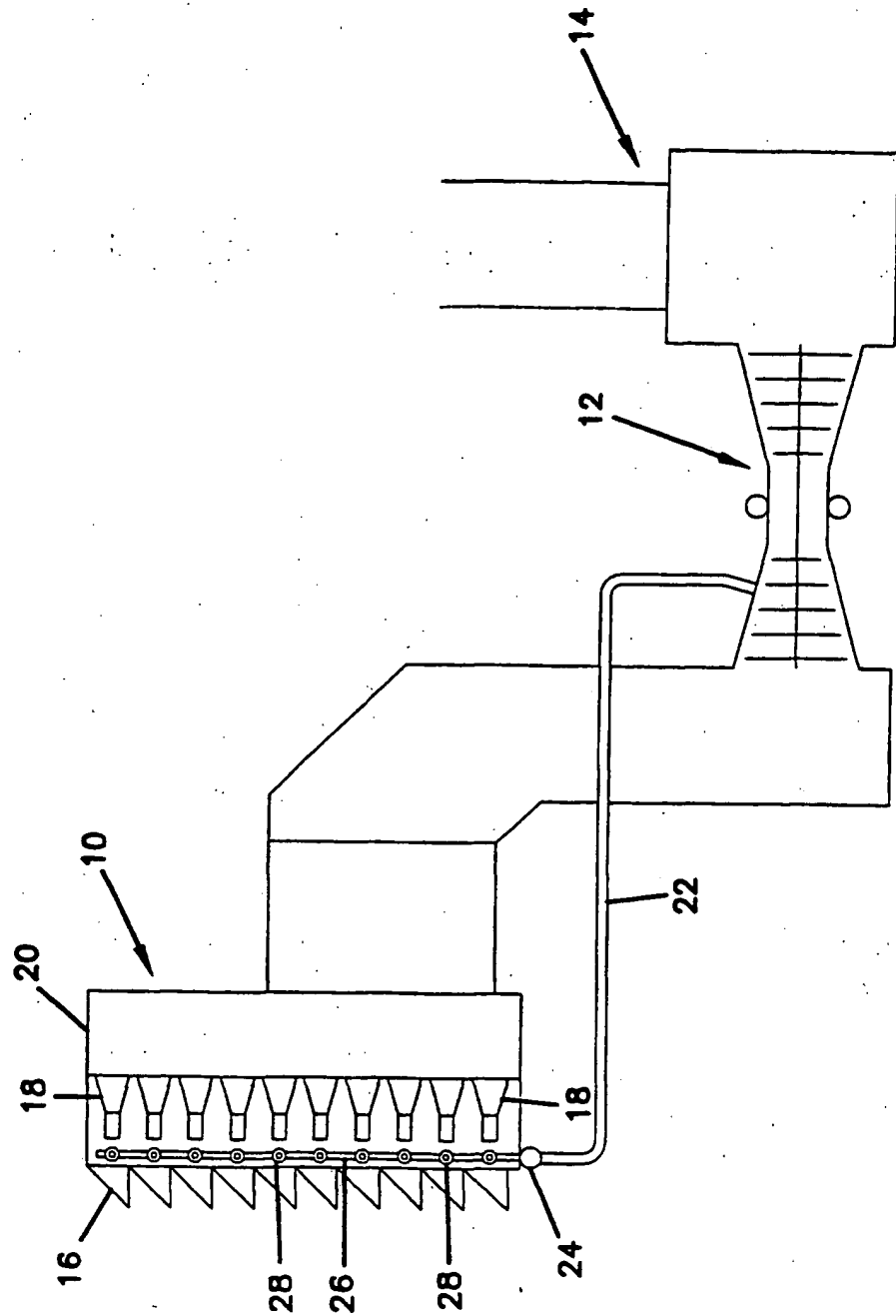


FIG. 1

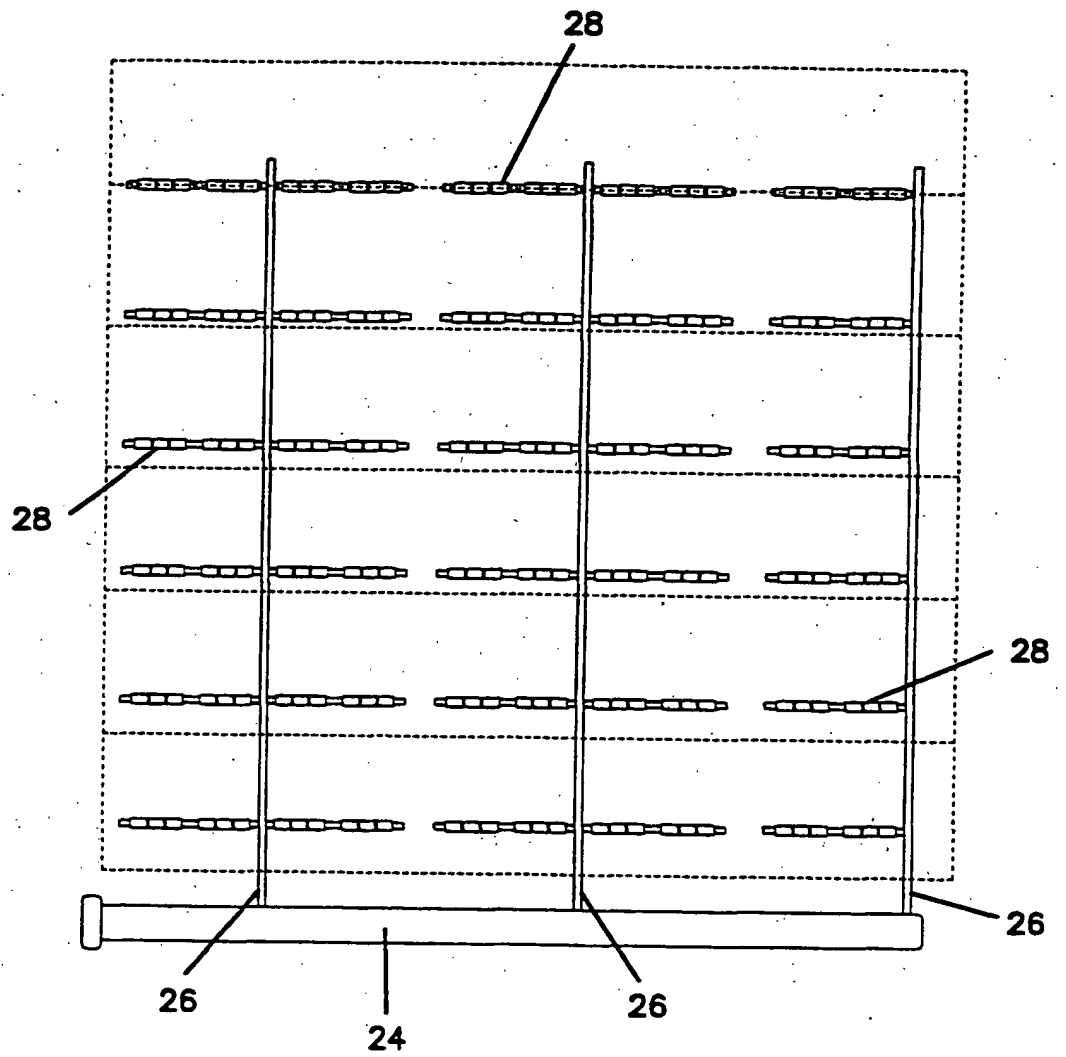


FIG. 2

09.06.00  
3/6

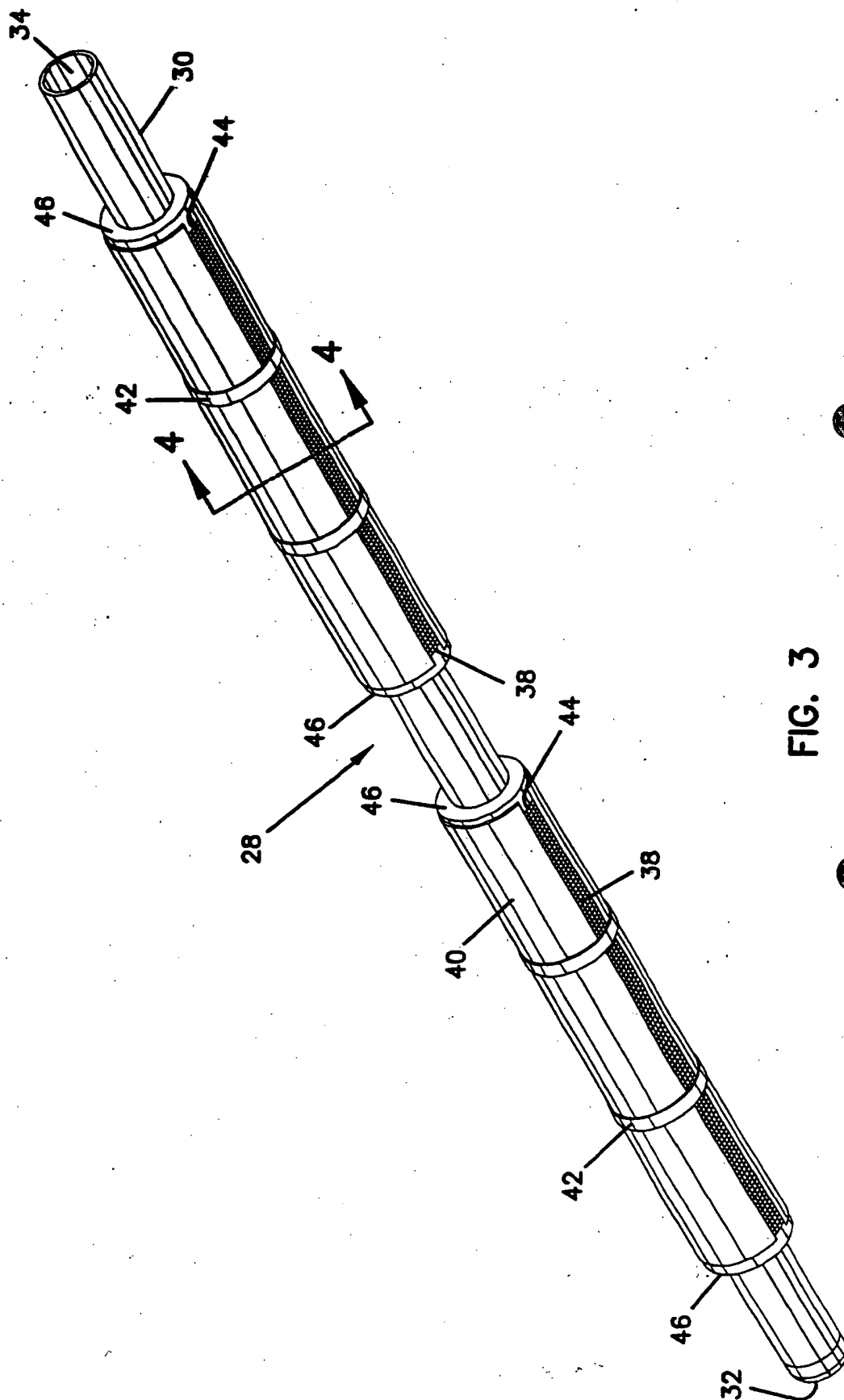


FIG. 3



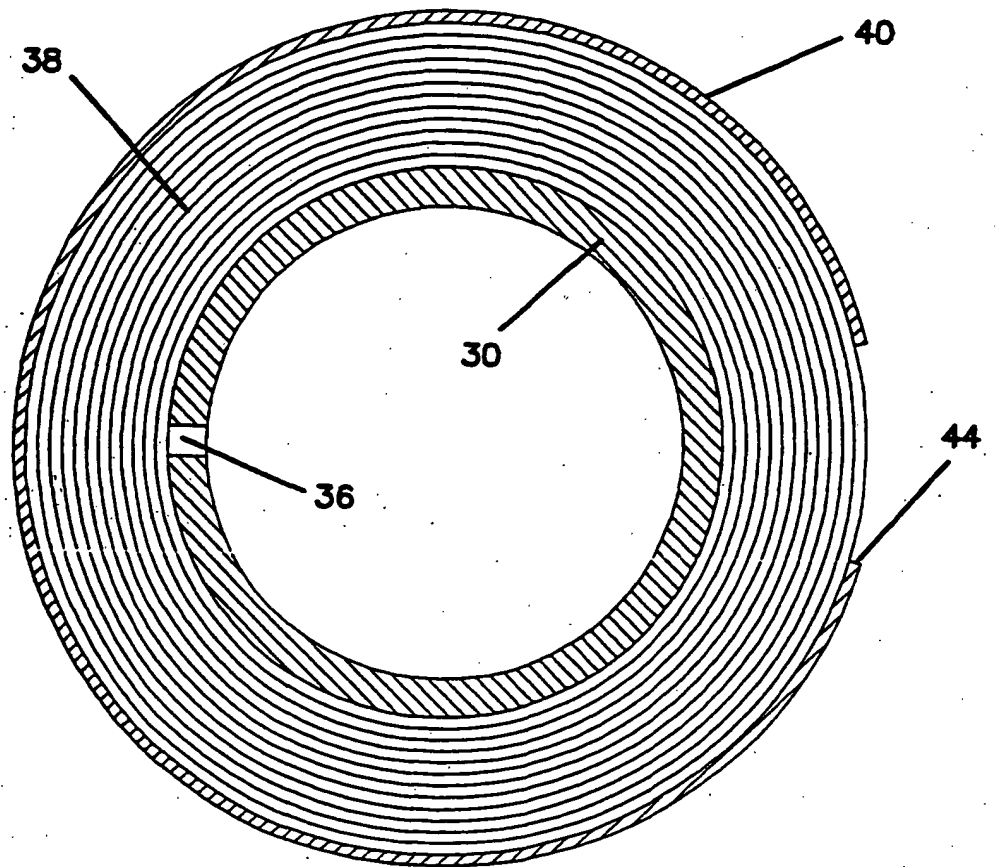


FIG. 4

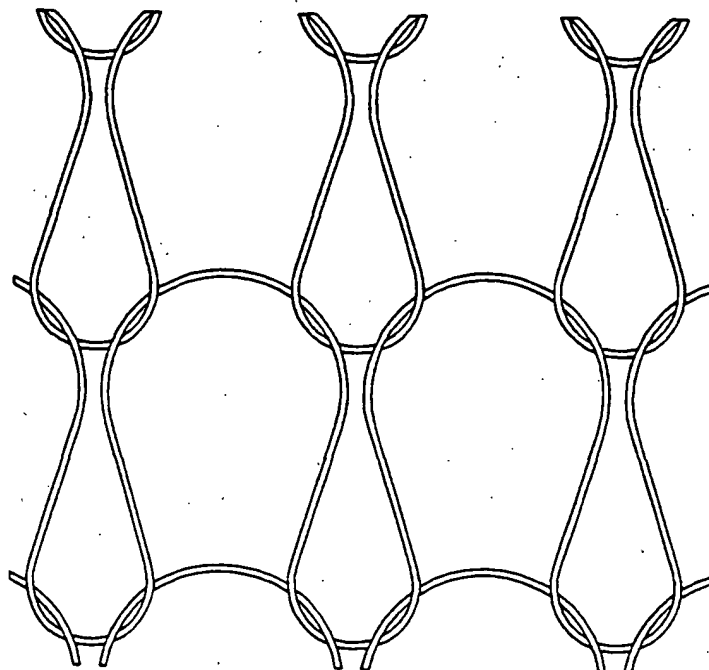


FIG. 6

09:06:00

5/6

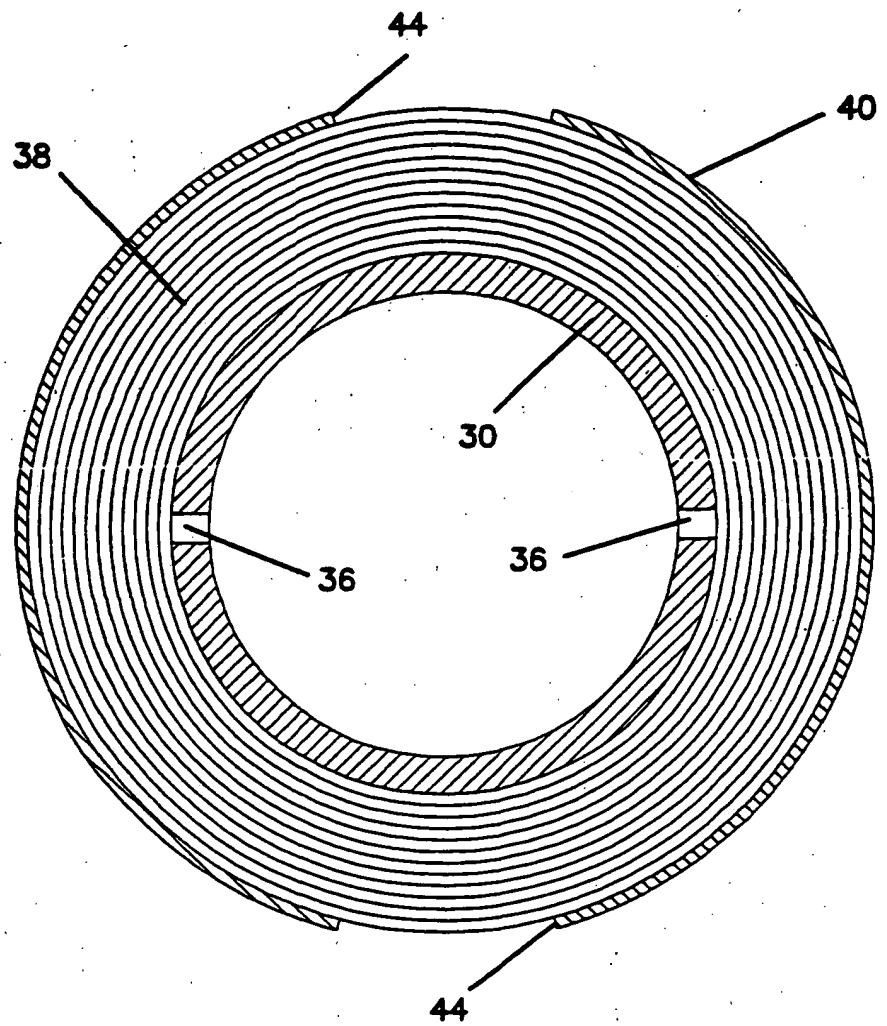


FIG. 5

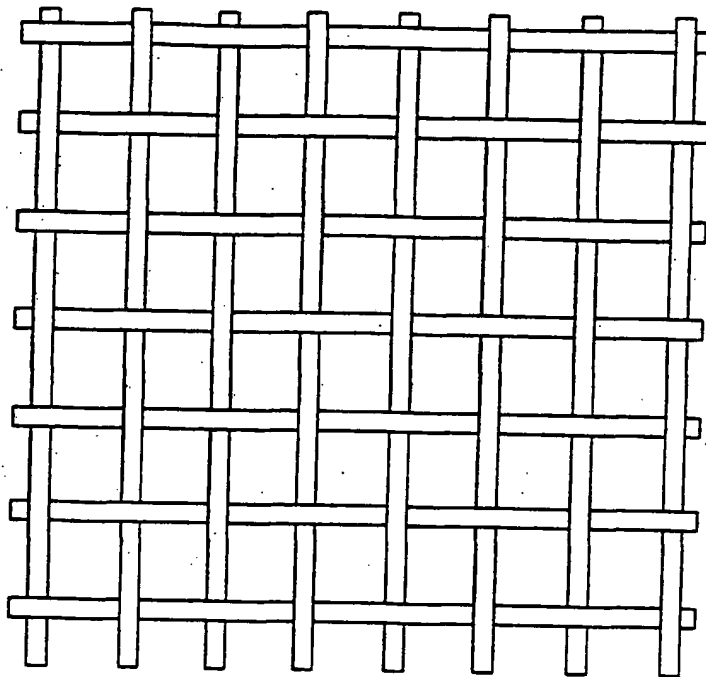


FIG. 7

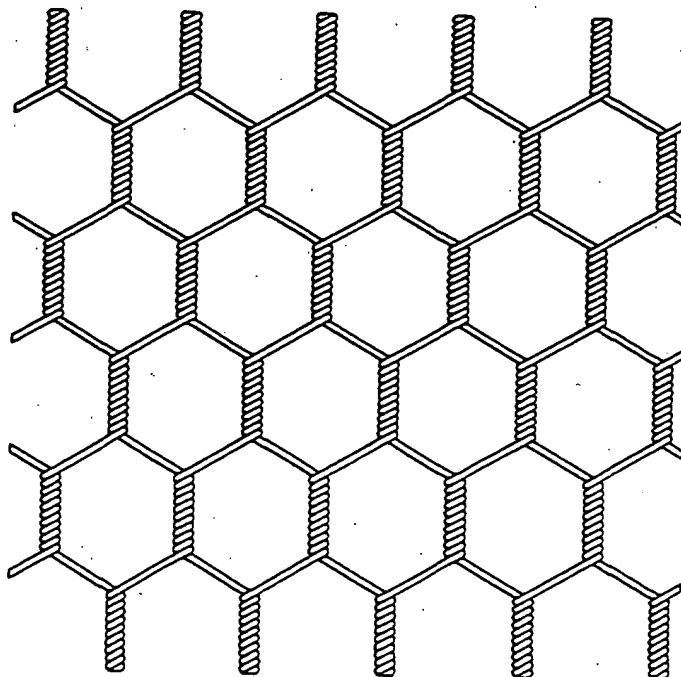


FIG. 8